٤٢٠٢٣٢٧٥

بسم الله الرحمن الرحيم

الرقم: ٨٠١٤/ط

التاريخ: ٢٥/٨/١٤٢١

المشفوعات: بحث

جامعة أم القرى

كلية الطب والعلوم الطبية

1995 ١٤١٦هـ

UMM AL-QURA UNIVERSITY

سعادة عميد

مركز خادم الحرمين الشريفين لأبحاث الحج سلمه الله

السلام عليكم ورحمة الله وبركاته:- وبعد

أرفق لسعادتكم التقرير والنتائج الخاصة ببحث (الدراسة العملية لمعدل تغير غازات الدم في الحجيج أثناء المرور بالأنفاق في مكة المكرمة) والذي تم إنجازه في موسم حج ١٤٢٠هـ.

سائلين الله أن تعم الفائدة للجميع .

وتقبلوا تحياتي،،،،

رئيس قسم العلوم الطبية

رئيس قسم أمراض الدم والمناعة

د/ طـــارق بن هـــلال عـــاشور

ص .ب ٧٦٠٧ مكة المكرمة - المملكة العربية السعودية
ت .فاكس ٥٢٨١١٨٩ - ٠٢ - (٩٦٦)

دراسة عملية لمعدل تغير غازات الدم في الحجيج أثناء المرور بالأنفاق في مكة المكرمة لعام ١٤٢٠ هـ

الباحث الرئيسي: د/طارق هلال عاشور

مقدمة

تلوث البيئة يعد واحداً من أهم المشاكل التي تواجه جميع المجتمعات في العصر الحالي وبالتحديد في الدول النامية حيث تسجل الإحصائيات معدلات مرتفعة في نسبة التلوث .

ويعد تلوث الهواء بالغازات المختلفة الناتجة عن احتراق الوقود الناتج عن عوادم السيارات والمصانع والأجهزة المختلفة الموجودة في المنازل أحد أنواع التلوث المؤثرة على صحة الفرد والمجتمع .

وإذا أخذنا في الاعتبار أنواع الغازات المتصاعدة في الهواء والمؤدية إلى تلوثه نجد أن هذه الغازات إذا امتصت إلى الدم فإن تركيزها يرتفع إلى نسب مختلفة ولكنها لا تؤدي إلى حدوث مشاكل صحية خطيرة .

ولكن يوجد نوع من الغازات إذا دخل إلى الجهاز التنفسي ارتفعت نسبته في الدم مما يؤدي إلى مشاكل صحية خطيرة تصل إلى درجة التسمم وهو غاز أول أكسيد الكربون لذلك يعتبر من أشد الغازات خطورة على صحة الإنسان.

وتتمثل خطورة غاز أول أكسيد الكربون على صحة الإنسان في قابليته الشديدة للاتحاد بالدم واحتلاله مكان غاز الأكسجين الذي يعتبر من الغازات المهمة لأنه يعطي الطاقة اللازمة للجسم.

ولتصور ذلك يجدر بنا الذكر أن قدرة الدم على الاتحاد بغاز أول أكسيد الكربون تمثل بحوالي ٢٤٠مرة من قدرة الدم على التفاعل مع الأكسجين ، وهنا تكمن الخطورة لأن أي زيادة في نسبة هذا الغاز في الهواء ولو بنسبة بسيطة قد تؤدي إلى مشاكل صحية خطيرة.

والدليل على سرعة التسمم التي يحدثها هذا الغاز أن اكثر من ٣٥٠٠ حالة تسمم حاد بغاز أول أكسيد الكربون تحدث كل عام بالولايات المتحدة الأمريكية.

كما ذكرنا أن استنشاق نسبة ولو بسيطة من هذا الغاز قد تؤدي إلى نقص خطير في قدرة الأكسجين على الاتحاد بالهيموجلوبين .

ومن المعروف أن أهم مصدر لغاز أول أكسيد الكربون هو احتراق وقود السيارات.

وفي الأماكن شديدة التهوية يستطيع عادم السيارات أن يلوث الهواء بهذا الغاز بنسبة ٧,٤% وهذه النسبة لا تشكل خطورة بالمعنى المعروف لدى الأشخاص الأصحاء حتى لو تعرض لهذه النسبة لمدة بسيطة.

ولكن تبدأ المشكلة وتظهر خطورتها في الأماكن قليلة التهوية مثل الأنفاق وبالأخص في ساعات الذروة حيث يكون سير السيارات بطيء لدرجة التوقف في كثير من الأحيان داخل الأنفاق وذلك قد يسبب ارتفاع في نسبة غاز أول أكسيد الكربون في دم من يمر من خلال النفق وبالأخص إذا كان هناك من يسير مترجلاً داخل النفق .

وتزداد المضاعفات لدى مرضى القلب الذين يعانون من أمراض الشريان التاجي أو فشل في عضلة القلب أو الذين يعانون من الأمراض الصدرية مثل الأزمات الربوية ومرضى السكري.

ونظراً للظروف الطبيعية بمكة المكرمة وانتشار الجبال بها فقد تم إنشاء عدد من الأنفاق لتسهل الاتصال بالمناطق المختلفة وقد ساهمت هذه الأنفاق في تسهيل حركة المرور إلى المشاعر المقدسة أثناء فترة الحج.

وقد لوحظ تكدس شديد للسيارات داخل الأنفاق في موسم الحج وسيرها ببطء شديد وفي كثير من الأحيان تقف حركة المرور لفترة زمنية داخل النفق ومحرك السيارات في دوران وهذا مما يؤدي إلى ارتفاع نسبة غاز أول أكسيد الكربون داخل هذه الأنفاق إلى نسب قد تسبب ضرر صحي لمن يستخدم هذه الأنفاق من راكبي السيارات أو المارة المترجلين خلال هذه الأنفاق .

فإذا ارتفعت نسبة غاز أول أكسيد الكربون اكثر من ١٠-١٥% فهذا يؤدي إلى صداع وزغللة العين وضعف في العضلات وفقدان الوعي والإغماء وايضاً هبوط في القلب والتنفس مما يسبب عبئ صحي حتى على الحجاج وبالتالي قد يؤدي إلى كثير من الحوادث التي لا يوجد لها سبب واضح لكن فقدان الوعي في الأماكن المزدحمة يعتبر من اكثر أسباب الحوادث.

من أجل ما سبق ذكره وجد أن من الواجب دراسة تأثير اختلاف الغازات على الحجيج ومقارنة نسبة غازات الدم بالنسبة المسموح بها في محاولة لتحديد ما إذا كان هناك عبئ صحي على الحاج ام لا.

أهداف البحث والتبريرات الواضحة لاختيار البحث .

إن من الدراسة الجغرافية لمكة المكرمة وجد أنها ذات طبيعة جبلية ، ومن اجل تسهيل الحركة خلال هذه الطبيعة الجبلية وجد انه لابد من شق الأنفاق خلال هذه الجبال وهذا هو الحل المناسب الذي يساعد الحجاج على الوصول إلى المشاعر المقدسة في وقت وجيز ومجهود اقل .

ولكن مع الازدحام الشديد خلال هذه الأنفاق فإن استعمال النفق الواحد لمرور السيارات والمشاة في بعض الأحيان وسير السيارات ببطء شديد بالأنفاق قد يؤدي إلى ارتفاع نسبة التلوث في الهواء داخل الأنفاق بغاز أول أكسيد الكربون وهذا يؤدي إلى حدوث بعض المشاكل الصحية السابق ذكرها .

لذلك لابد من دراسة نسبة هذا الغاز وغيرها من الغازات في دم الحجيج خلال مرورهم في هذه الأنفاق ومقارنة هذه النسب في الأنفاق المختلفة مع طول هذه الأنفاق في محاولة لتحديد المشكلة وإيجاد حل لمشكلة التلوث بهذا الغاز للمساعدة في إلقاء الضوء على حجم هذه المشكلة واقتراح الحلول المناسبة لها وبذلك نتفادى كثيراً من المشاكل الصحية التي قد تنتج من التلوث بهذا الغاز.

خطة العمل

١- تم تقسيم فريق البحث إلى ثلاثة مجموعات لجمع عينات من دم الحجيج لقياس نسبة الغازات في الدم ومدى تغير نسبة غاز أول أكسيد الكربون وذلك في الأماكن التالية ولمدة يومين قبل الوقوف بعرفة وثلاثة أيام بعد الوقوف بعرفة وذلك في يوم ١٢/٧ ويوم ١٢/٨ ثم أيام ١١-١٢-١٢/١٣.

المجموعة الأولى :

١- تقوم بجمع عينات من الدم الشرياني قبل الدخول في نفق السوق الصغير .

٢- أخذ عيينات أخرى قبل الخروج مباشرة من نفس النفق .

المجموعة الثانية :

١- تقوم بجمع عينات من الدم الشرياني قبل الدخول في نفق شعب علي .

٢- أخذ عينات أخرى قبل الخروج مباشرة من النفق .

المجموعة الثالثة :

١- تقوم بجمع عينات من الدم الشرياني قبل الدخول في نفق الملك خالد إلى منى .

٢- أخذ عينات أخرى قبل الخروج مباشرة من النفق .

طريقة أخذ العينات :

يتم ذلك باستخدام إبرة خاصة لكل حاج ونقوم بعمل ثقب بحجم رأس الدبوس وبذلك يكون الدم المأخوذ من الشعيرات الدموية المحملة بالدم الشرياني .وتوضع كل عينة في شريحة والتي توضع في جهاز خاص لتحليل غازات الدم خلال ٣ دقائق وهذا الجهاز يوصل بطابعة خاصة به لطباعة النتائج التي تحمل رقم خاص بكل حاج بعد تسجيل هذا الرقم في كشف خاص بكل يوم يحدد به سن الحاج و إذا ما كان يعاني من أمراض تتأثر بغازات الدم مثل أمراض القلب والرئتين.

- يتم بعد ذلك تفريغ النتائج الخاصة بكل حاج في كشف خاص مع إضافة السن والحالة الصحية العامة .

- يتم بعد ذلك استبعاد الحالات التي تعاني من أمراض القلب والجهاز التنفسي لتفادي تداخل النتائج مع هذه الأمراض .

- تجمع النتائج الخاصة بكل نفق على حدة ويتم تحديد نسبة كل من غاز الأكسجين بالدم وغاز ثاني أكسيد الكربون وأيضا نسبة تغير البيكربونات وغاز أول أكسيد الكربون والأس الحامضي وبعد ذلك تم عمل المتوسط الحسابي لكل غاز على حده.

- كانت عدد عينات الدم التي تم جمعها قبل دخول نفق السوق الصغير ١٤٠عينه عشوائية. أستبعد من منها ١٥ عينه وبذلك يكون عدد العينات ١٢٥ حالة .

أما عدد العينات قبل الخروج من نفق السوق الصغير فكانت ١٦٦ عينة ، أستبعد منها حالات أمراض القلب والرئتين ويكون بذلك عدد العينات ١٥٤ عينة .

- أما عينات نفق شعب علي فكان عددها قبل الدخول ١٥٤ عينة، أستبعد منها ٤ عينات لتصبح ١٥٠عينة.

وكان عدد العينات قبل الخروج ١٧٦ عينة أستبعد منها ٦ عينات و أخذت نتائج ١٧٠ عينة

- وكانت عينات نفق الملك خالد قبل الدخول ١٨٠عينة وقد أستبعد منها ٥ عينات وبذلك تكون عدد العينات ١٧٥ عينة.

وكانت عدد العينات قبل الخروج من نفق الملك خالد ٢٢١ أستبعد منها ٦ عينات وحسبت النتائج على ٢١٥عينة .

- و تم بعد ذلك حساب زمن المرور في كل نفق في ثلاثة أوقات مختلفة وكانت المعدلات كالتالي:

أ- زمن المرور في نفق شعب علي ١٠ دقائق .

ب- زمن المرور في نفق السوق الصغير ٥ دقائق.

ج- زمن المرور في نفق الملك خالد من العزيزية إلى منى ١٥ دقيقة .

- تم الحصول على أطوال الأنفاق التي تم العمل بها فكانت كالتالي:

أ- نفق شعب علي ١٨٥ متر.

ب- نفق السوق الصغير ١٥٠٠ متر .

ج- نفق الملك خالد ٥٩٤ متر .

النتائج

١-نفق شعب علي :-

- كان متوسط زمن المرور في نفق شعب علي حوالي ١٠,٦٥ دقيقه .
- طول النفق حسب قياس المشاريع في الأنفاق ١٨٥ متر.
- تم تجميع ١٥٠ عينة قبل دخول النفق صالحة للتحليل الإحصائي وقد استبعدت

٤ حالات و تم تجميع ١٧٠ عينة قبل الخروج مباشرة من النفق صالحة للتحليل الإحصائي و استبعدت ٦ حالات .

- لوحظ عند مقارنة نسبة غاز ثاني أكسيد الكربون بدم الحجيج قبل دخول نفق شعب علي كان متوسط نسبة الغاز ٣٧,١٦% أما متوسط نسبة الغاز بالدم الشرياني قبل الخروج مباشرة من النفق كانت ٤٠,٧٨ % وهذا يدل على زيادة نسبة غاز ثاني أكسيد الكربون في دم الحجيج وعدم كفاية الأكسجين في الهواء داخل النفق على تنقية غاز ثاني أكسيد الكربون الموجود في الدم وهذا موضح بالجدول رقم (١) و الرسم التخطيطي رقم (١).
- أما نسبة البيكربونات في الدم الشرياني فكان متوسط نسبتها في الدم الشرياني خارج النفق ٢٤,٨٦% ، وأما نسبتها داخل النفق فقد انخفضت إلى ٢٣,٥٣% وهذا الانخفاض يدل على ارتفاع نسبة الحامض في الجسم نتيجة ارتفاع نسبة ثاني أكسيد الكربون ، وذلك لعدم قدرة الهواء على تنقية الدم من غاز ثاني أكسيد الكربون وهذا موضح بالجدول رقم (١) والرسم التخطيطي رقم (٢).
- وبالنسبة لغاز الأكسجين في الدم فكان متوسط ضغطه في الدم الشرياني خارج النفق ٦٤,٧٨% وأما متوسط ضغط الغاز في الدم الشرياني داخل النفق ٦٠,٤١ وهذا الانخفاض في ضغط الأكسجين في الدم يدل على انخفاض ضغط الأكسجين في الهواء داخل النفق واختلاف تركيزه داخل النفق عن المعدل الطبيعي للغاز كما هو موضح في الجدول رقم (١) و الرسم التخطيطي رقم (٣)
- ومن تحليل نتائج نسبة تشبع الدم بالأكسجين فقد كان متوسط نسبة تشبع الدم بالأكسجين خارج النفق ٩٦,٦% وهذا يدل على ارتباط الأكسجين بالهيموجلوبين بالدم الشرياني بنسبة ٩٦,٦ % وذلك لوجود غاز أول أكسيد

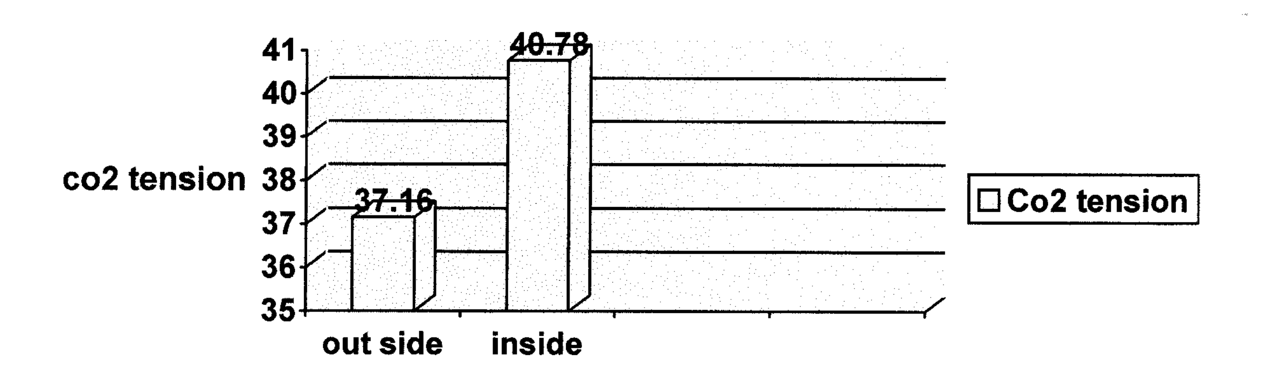
الكربون في الهواء وجزء منه أرتبط بالهيموجلوبين بنسبة٣,٤% .
وبمقارنة ذلك بنسبة تشبع الدم بالأكسيجين داخل النفق نجد أن متوسط نسبة التشبع كانت ٨٨,٧٥ % وهذا الانخفاض سببه ارتفاع نسبة غاز أول أكسيد الكربون بالهواء داخل النفق بالحد الذي سبب ارتفاع نسبة تشبع الدم الشرياني بغاز أول أكسيد الكربون بنسبة ١١,٢٥% وهذا موضح بالجدول رقم (١) و الرسم التخطيطي رقم (٤).

جدول رقم ١

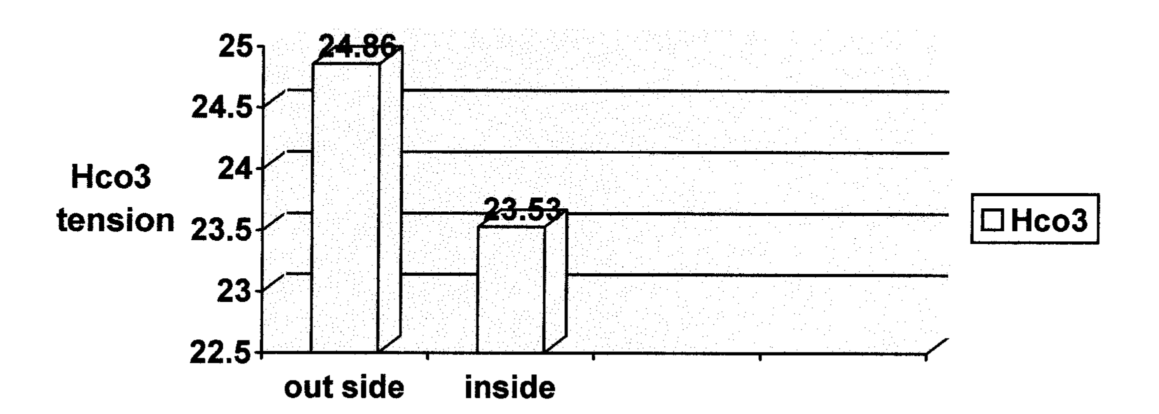
اختلاف نسب غازات الدم في نفق شعب علي

طول النفق ١٨٥م	معدل نسبة غاز ثاني أكسيد الكربون بالدم	معدل نسبة البيكربونات في الدم	معدل نسبة ضغط غاز الأنسجة بالدم	نسبة تشبع الهيموجلوبين بالأكسجين	نسبة أول أكسيد للكربون
قبل دخول النفق	٣٧,١٦	٢٤,٨٦	٦٤,٧٨	٩٦,٦	٣,٤
قبل الخروج مباشرة	٤٠,٧٨	٢٣,٥٣	٦٠,٤١	٨٨,٧٥	١١,٢٥

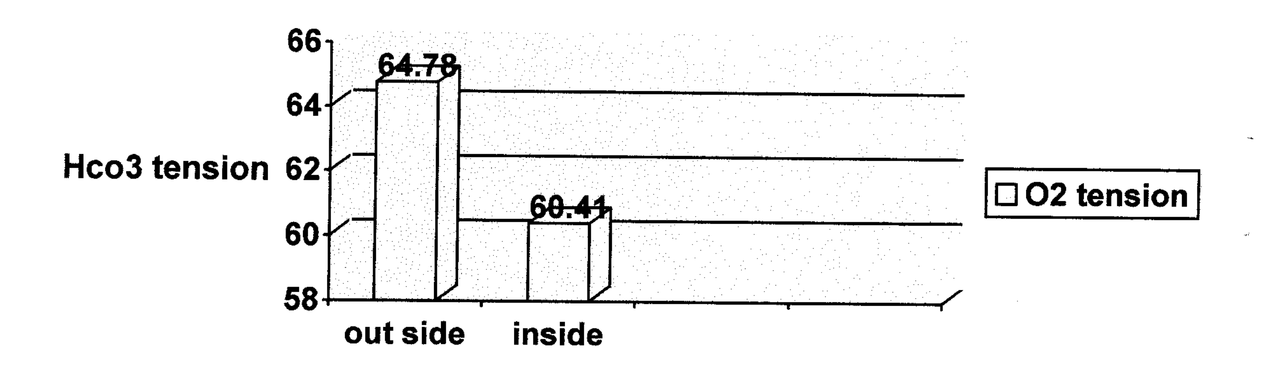
fig(1):Carbon dioxide level in blood outside and inside Shaeb Ali tunnel



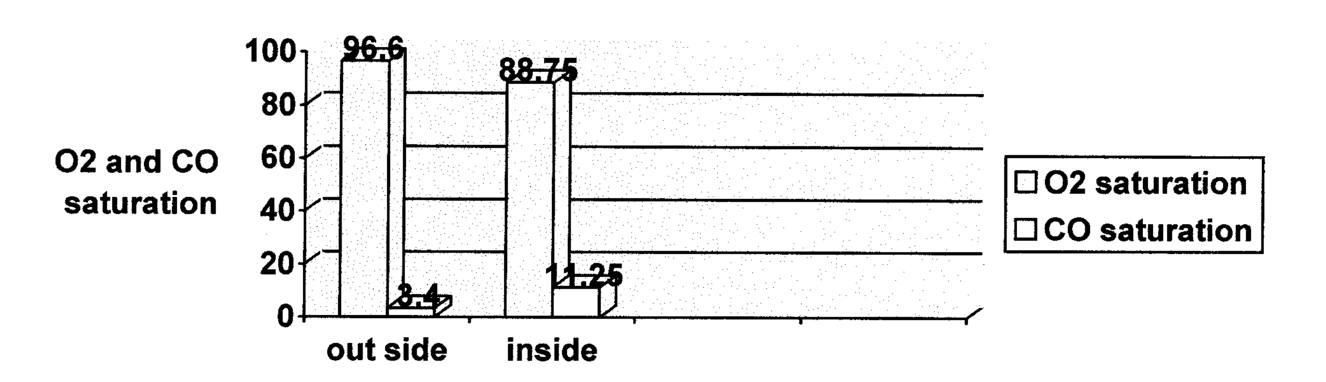
fig(2):Bicarbonate level in blood outside and inside Shaeb Ali tunnel



fig(3):oxygen level in blood outside and inside Shaeb Ali tunnel.



fig(4):oxygen and carbone monoxide saturation in blood outside and inside Shaeb Ali tunnel.



نفق السوق الصغير :-

- متوسط زمن المرور في نفق السوق الصغير ٥,٤ دقائق .

* طول النفق حسب قياس المشاريع للأنفاق ١٥٠٠ متر وعرضه ١٢ متر .

* تم تجميع ١٢٥ عينة دم شرياني قبل دخول النفق صالحة للتحليل الإحصائي وأستبعد منها ١٥ حالة .

وداخل النفق تم تجميع ١٥٤ عينة دم شرياني صالحه للتحليل الإحصائي وأستبعد منها ١٢ حالة .

عند تحليل عينات الدم وجد أن :

- نسبة غاز ثاني أكسيد الكربون في الدم الشرياني قبل الدخول إلى النفق كان متوسطها الحسابي ٣٧,١٦% .

وأما متوسط نسبة غاز ثاني أكسيد الكربون في الدم الشرياني في دم الحجيج داخل النفق فكان ٤٠,٦٢ % كما هو موضح بالجدول رقم (٢) والرسم التخطيطي رقم(٥)

* وكانت نسبة البيكربونات في الدم الشرياني في دم الحجيج خارج النفق في متوسط ٢٤,٨٦ % ونسبتها في الدم الشرياني للحجيج داخل النفق نجد أنه أنخفض إلى ٢١,٨٤ % وهذا الانخفاض يدل على زيادة نسبة الحامض في الجسم وبمقارنتها بنسبة الانخفاض في نفق شعب علي نجد أن الانخفاض هنا كان أكثر بمعدل ٢,٣١% دلالة على زيادة نسبة غاز ثاني أكسيد الكربون في الهواء داخل نفق السوق الصغير بالمقارنة بنفق شعب علي وهذا موضح بالجدول رقم (٢) والرسم التخطيطي رقم (٦) .

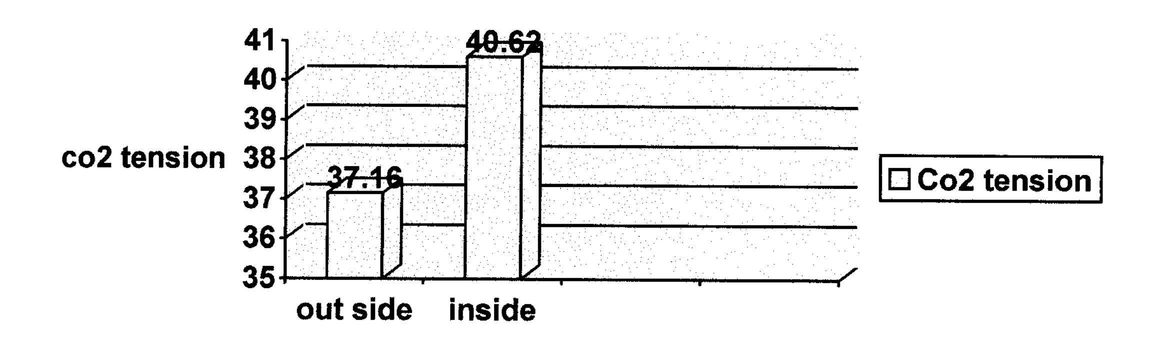
وعند تحليل نسبة غاز الأكسجين بالدم فقد كان متوسط نسبة ضغط الغاز في الدم الشرياني خارج النفق ٦٤,٧٨ %ومتوسط ضغط الغاز في الدم الشرياني داخل النفق ٥٤,٥٣% وهذا الانخفاض في ضغط غاز الأكسجين في الدم يدل على انخفاض في الهواء داخل النفق كما هو موضح بالجدول رقم (٢) والرسم التخطيطي رقم (٥) وكانت نتائج تحليل نسبة تشبع الدم الشرياني بغاز الأكسجين فقد كان متوسط نسبة التشبع خارج النفق ٩٦,٦% وأما نسبة التشبع داخل النفق فكانت ٨٥,٥٣ % وهذا يدل على ارتفاع ارتباط غاز أول أكسيد الكربون بالهيموجلوبين في الدم داخل النفق

إلى نسبة ١٤,٤٧ % وهذا ما هو موضح في الجدول رقم (٢) و الرسم التخطيطي رقم (٦).

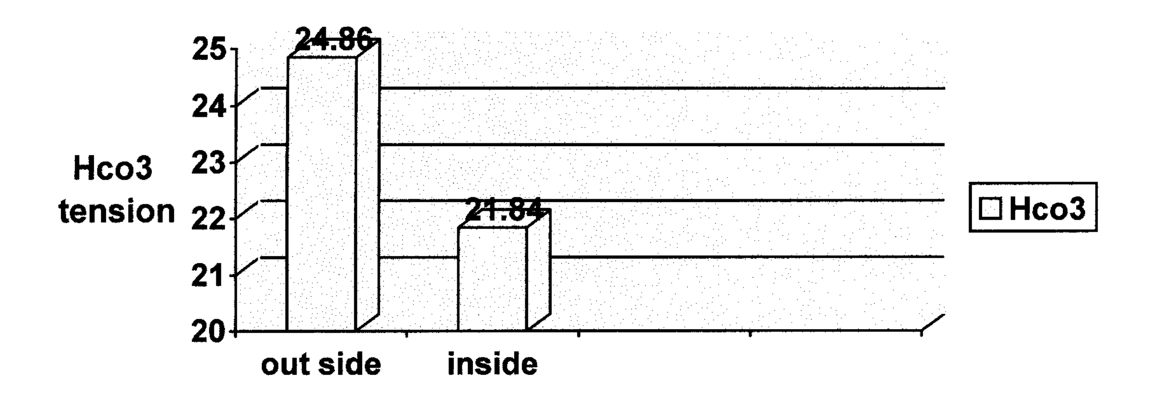
جدول رقم (٢)
اختلاف نسبة غازات الدم في
نفق السوق الصغير

طول النفق ١٥٠٠م	معدل نسبة غاز ثاني أكسيد الكربون بالدم	معدل نسبة البيكربونات في الدم	معدل نسبة ضغط غاز الأنسجة بالدم	نسبة تشبع الهيموجلوبين بالأكسجين	نسبة أول أكسيد للكربون
قبل دخول النفق	٣٧,١٦	٢٤,٨٦	٦٤,٧٨	٩٦,٦	٣,٤
قبل الخروج مباشرة	٤٠,٦٢	٢١,٨٤	٥٤,٥٣	٨٥,٥٣	١٤,٤٧

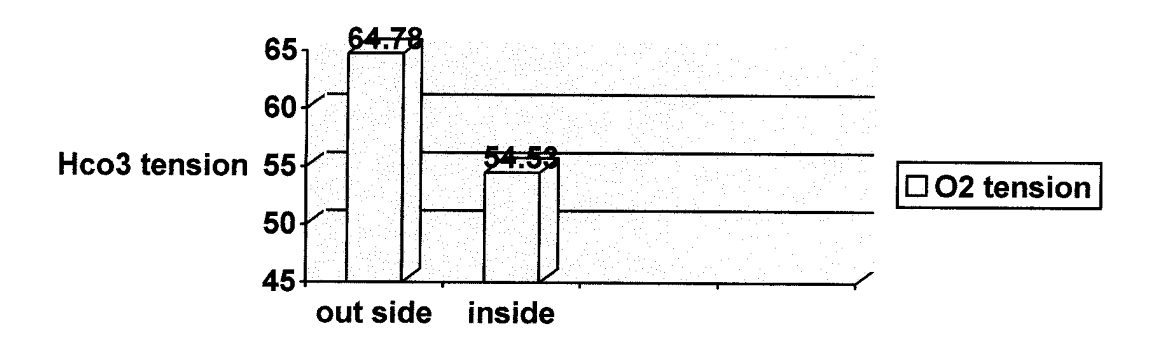
fig(5):Carbon dioxide level in blood outside and inside the small sooq tunnel



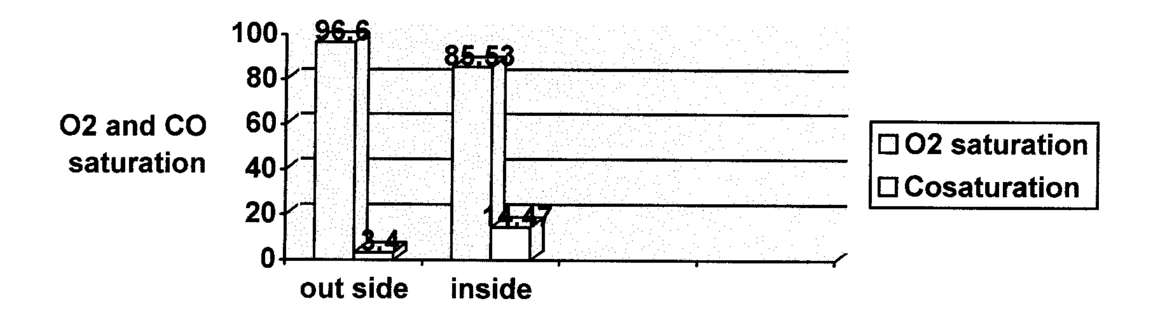
fig(6):Bicarbonate level in blood outside and inside the small Sook tunnel



fig(7):oxygen level in blood outside and inside the small Sooq tunnel



fig(8):oxygen and carbone monoxide saturation in blood outside and inside the small Sooq tunnel.



نفق الملك خالد :-

- متوسط زمن المرور في النفق من العزيزية إلى منى ١٥,٢٠ دقيقة .
- طول النفق حسب مقياس مشاريع الأنفاق من العزيزية إلى منى ٥٩٤ متر وعرضه ١٣,٥ متر .
- تم تجميع ١٧٥ عينة دم شرياني قبل الدخول للنفق صالحة للتحليل الإحصائي وأستبعد منها ٥ حالات مرضية .
- أما قبل الخروج من النفق مباشرة فقد تم تجميع ٢١٥ عينة دم شرياني وأستبعد منها ٦ حالات مرضية .

عند تحليل عينات الدم وجد أن :

- نسبة غاز ثاني أكسيد الكربون في الدم الشرياني قبل الدخول إلى النفق كان متوسطها الحسابي ٣٧,١٦ % .

وأما متوسط نسبة غاز ثاني أكسيد الكربون في الدم الشرياني في دم الحجيج قبل الخروج من النفق مباشرة فكان ٤٤,٨ كما هو موضح في الجدول رقم (٣)والرسم التخطيطي رقم (٩).

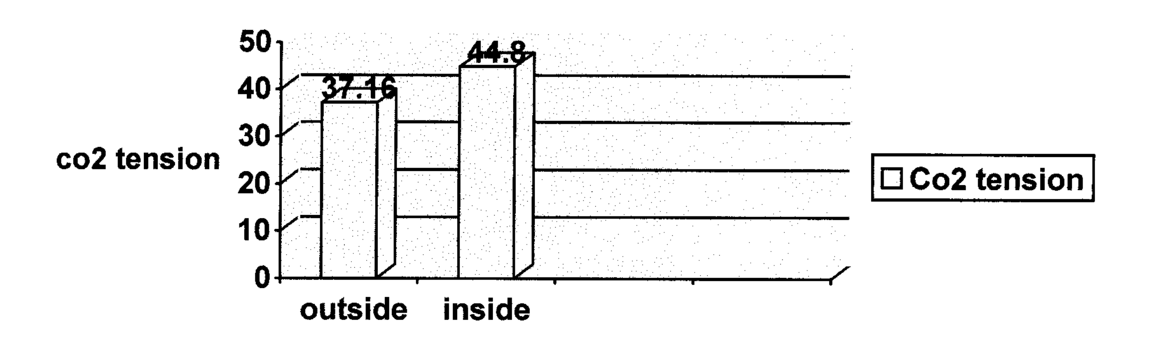
- وكانت نسبة البيكربونات في الدم في دم الحجيج خارج النفق ٢٤,٨٦ % ، ومتوسط نسبتها في دم الحجيج داخل النفق ١٩,٩% ومن ذلك نجد أنها انخفضت بنسبة ٥,٢٤% وهذا الانخفاض يدل على زيادة نسبة الحامض في الجسم وذلك لارتفاع نسبة غاز ثاني أكسيد الكربون في الدم كما هو موضح في الجدول رقم (٣) والرسم التخطيطي رقم (١٠).
- وعند تحليل نسبة غاز الأكسجين في الدم الشرياني كان متوسط الغاز خارج النفق ٦٤,٧٨ % ومتوسط نسبة غاز الأكسجين داخل النفق ٥٢,٢٥ % كما هو موضح بالجدول رقم (٣) والرسم التوضيحي رقم (١١).
- وبدراسة نسبة تشبع الدم الشرياني بالأكسجين خارج النفق كان المتوسط

٩٦,٦% ، وأما نسبة تشبع الدم الشرياني واتحاد الهيموجلوبين بالأكسجين داخل النفق في المتوسط ٨٢,٩٦% ، وذلك يدل على ارتفاع نسبة غاز أول أكسيد الكربون بالدم واتحاد الهيموجلوبين بنسبة ١٧,٠٤% كما هو موضح في الجدول رقم (٣) والرسم التوضيحي رقم (١٢).

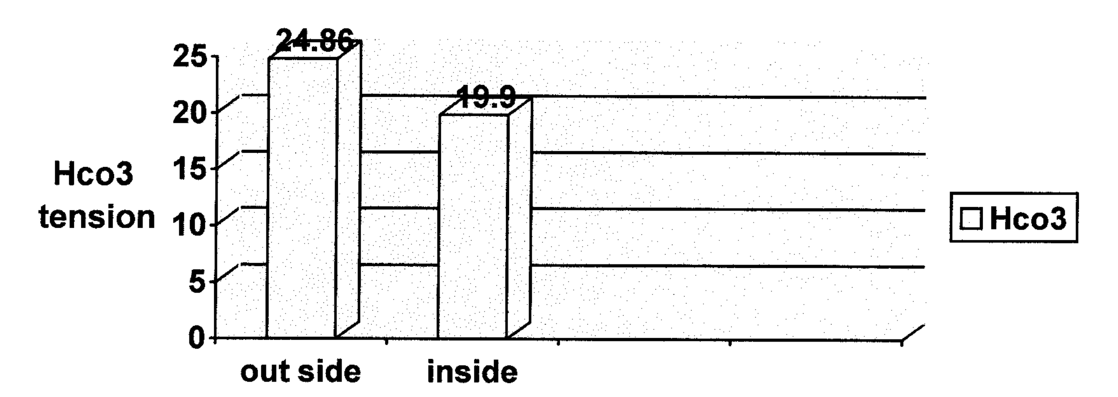
جدول رقم (٣)
اختلاف نسبة غازات الدم للحجيج
نفق الملك خالد

طول النفق ٥٩٤م	معدل نسبة غاز ثاني أكسيد الكربون بالدم	معدل نسبة البيكربونات في الدم	معدل نسبة ضغط غاز الأنسجة بالدم	نسبة تشبع الهيموجلوبين بالأكسجين	نسبة أول أكسيد للكربون
قبل دخول النفق	٣٧,١٦	٢٤,٨٦	٦٤,٧٨	٩٦,٦	٣,٤
قبل الخروج مباشرة	٤٤٠,٨	١٩,٩	٥٢,٢٥	٨٢,٩٦	١٧,٤

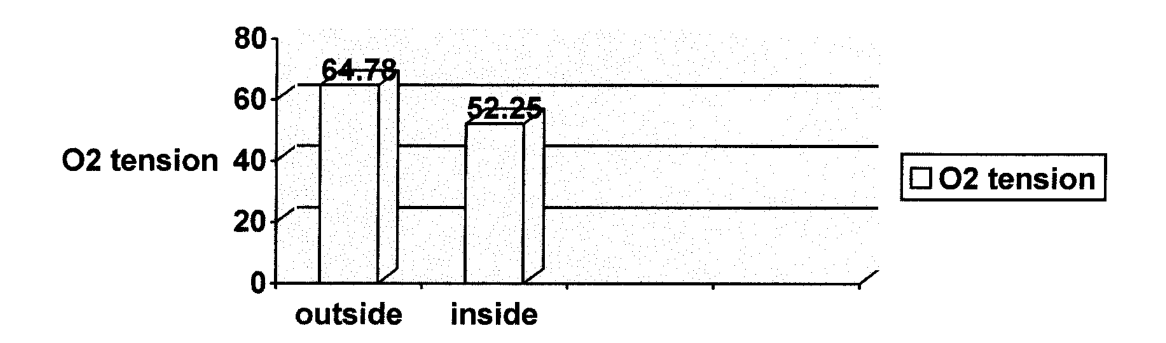
fig(9):Carbon dioxide level in blood outside and inside King Khalid tunnel



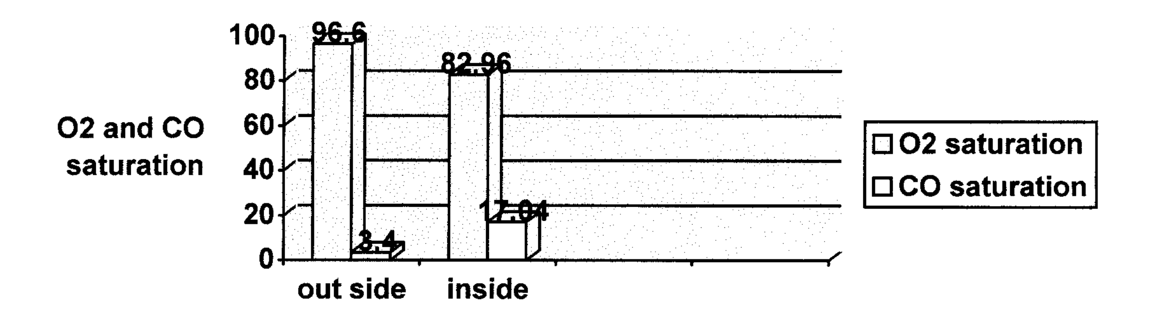
fig(10):Bicarbonate level in blood outside and inside King Khalid tunnel



fig(11):oxygen level in blood outside and inside King Khali tunnel.



fig(12):oxygen and carbone monoxide saturation in blood outside and inside King Khalid tunnel.



مناقشة النتائج

بمناقشة نتائج هذه الدراسة يتضح ما يلي:-

١- إن نسبة ارتفاع غاز ثاني أكسيد الكربون في دم الحجيج داخل نفق شعب علي وهي ١١,٢٥% قد تسبب صداع وزغللة بالعين وضعف في العضلات ودوخة وهذه شكوى ٧٦,٥% من الحجاج الذين يعبرون خلال هذا النفق ، ولكن لابد من الأخذ في الاعتبار ارتفاع هذه النسبة عن المعدل المسموح به في حدود الأمان وهو لا يتعدى ١٠% وقد ينتج عن هذه الزيادة أيضاً انخفاض في نسبة البيكربونات في دم هؤلاء الحجاج فقد انخفضت نسبة البيكربونات من ٢٤,٨٦% الى ٢٣,٥٣% وهذا يعني انخفاض المخزون القلوي بالجسم مما قد يؤدي إلى ارتفاع نسبة الحامضية والتي تؤدي الى كثير من المشاكل الصحية وبالأخص لمرضى السكري والقلب.

وأيضاً انخفضت نسبة الأكسجين بالدم بمعدل ٤% وهذا قد يؤثر بالسلب على المرضى المصابين بالأزمات الربوية وضيق الشعب الهوائية.

٢- وتنطبق هذه الدراسة أيضاً على نفق السوق الصغير وبالنظر الى طول نفق السوق الصغير (١٥٠٠م) قياساً بطول نفق شعب علي (١٨٥م) نلاحظ أن نسبة ارتفاع غاز ثاني أكسيد الكربون في دم الحجيج داخل هذا النفق أعلى منها بنفق شعب علي فالارتفاع بمعدل ١٤,٤٧% وهي نسبة مرتفعة عن النسب المسموح بها مما يزيد من العبء الصحي والمضاعفات الصحية.

أيضاً نسبة البيكربونات قد انخفضت بنسبة ٣,٠٢% وانخفضت نسبة الأكسجين بالدم بمعدل ١٠,٢٥% مما يدل على ضعف التهوية داخل النفق وارتفاع معدل احتراق غاز الأكسجين وزيادة نسبة غاز أول وثاني أكسيد الكربون بالهواء داخل النفق.

٣- وبالمثل فإن نفق الملك خالد والذي يبلغ طوله ٥٩٤م نجد أن نسبة ارتفاع غاز أول أكسيد الكربون بالدم ١٧,٠٤% وعلى الرغم من قصر طول النفق بالمقارنة بنفق السوق الصغير فإن نسبة ارتفاع الغاز بالدم أعلى منها وذلك لتكدس السيارات في نفق الملك خالد أكثر منه في نفق السوق الصغير وذلك لأن هذه العينات تم أخذها في وقت الذروة (خلال الفترة من آذان العصر إلى بعد آذان المغرب بساعة)وأيضاً انخفضت نسبة البيكربونات في الدم داخل النفق بمعدل ٥,٠٤% وانخفض الأكسجين بالدم بمعدل ١٢,٥٣%.

التوصيات

نستنتج من هذه الدراسة أنه يوجد ارتفاع ملموس في نسبة غاز أول أكسيد الكربون في دم الحجيج أعلى من المعدلات الطبيعية وهذا الارتفاع بنسب مختلفة في الأنفاق الثلاثة التي تمت فيها الدراسة لم يؤدي إلى وجود مضاعفات صحية خطيرة بشكل ملحوظ ولكن قد تؤدي الزيادة عن هذا الحد إلى مضاعفات صحية للحجيج الذين يعانون من بعض الأمراض ولهذا نوصي بما يلي:-

١- محاولة زيادة نسبة التهوية في الأنفاق .

٢- زيادة عدد الشفاطات التي تسحب الهواء الملوث في الأنفاق وإدخال هواء نقي بدلاً منه.

٣- منع تكدس السيارات داخل الأنفاق وإجبارها على الانتظار خارج النفق حتى يفرغ النفق من السيارات التي بداخله.(لوحظ أن رجال المرور يعملون على عدم تكدس السيارات داخل الأنفاق ولكن بالرغم من ذلك لوحظ تكدس كبير للسيارات في بعض الأوقات وهي أوقات الذروة والتي يمتلأ فيها النفق بالسيارات والحجاج)

٤- الإشراف المباشر على السيارات التي تستعمل في فترة الحج والتأكد من سلامة المحركات لتقليل نسبة التلوث .

٥- عدم السماح للسيارات التي تستعمل الديزل كوقود من دخول الأنفاق .

٦- التوصية باستمرار هذه الدراسة لمتابعة نسبة التلوث في دم الحجيج.